

## МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ И ТЕХНОГЕННЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ В ПОВЕРХНОСТНОМ ГРЯЗЕВОМ ОСАДКЕ ГОРОДА ЕКАТЕРИНБУРГА

Илгашева Е.О.<sup>1</sup>, Селезнев А.А.<sup>2</sup>, Ярмошенко И.В.<sup>2</sup>, Шагалов Е.С.<sup>3</sup>, Леонова Л.В.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, booto4ka@mail.ru

<sup>2</sup>Институт промышленной экологии УрО РАН, г. Екатеринбург, seleznev@esko.uran.ru

<sup>3</sup>Институт геологии и геохимии имени академика А.Н. Заварицкого УрО РАН, г. Екатеринбург

В последние десятилетия в урбанизированной среде наблюдается постоянное увеличение пыли и частиц различного происхождения в результате эрозионных процессов, затрагивающих почвы и грунты, разрушения и износа различных поверхностей, конструкций и материалов. В локальных понижениях микрорельефа из-за недостаточного внимания к планировке территорий, антропогенных процессов, нарушения стока атмосферных осадков формируется один из типов современных антропогенных отложений – поверхностный грязевой осадок. Время существования таких отложений варьируется от нескольких месяцев до нескольких десятилетий [Селезнев, 2015], мощность составляет до 5 см. Осадочный материал представлен минеральными и техногенными образованиями, частицами почвы, песка, торфа и мелкого мусора. Формирование осадка происходит с поверхности, в которую входят территории кварталов постройки разных лет (с разницей до нескольких десятилетий). Грязевой осадок на городских территориях является транспортирующей загрязнение средой, вторичным и неточечным источником загрязнения, отражает геохимические условия среды и ее изменения.

Целью работы является определение минерального состава, а также выявление морфологических особенностей и химического состава частиц техногенного происхождения в поверхностном грязевом осадке на территории города Екатеринбурга.

Грязевой осадок отбирался на территории города в летний и зимний периоды 2016–2017 г. Пробные площадки располагались на селитебных территориях в зонах с многоэтажной жилой застройкой. Пробные площадки (жилые кварталы) имели следующие зоны: проезжая часть улицы, тротуар и газон с наружной стороны квартала, внутренняя часть двора с внутридворовыми проездами, санкционированными и несанкционированными автостоянками, детской площадкой, зеленой зоной. Было обследовано шесть дворовых территорий, на каждой площадке отобрано по пять образцов грязевых отложений. Всего отобрано 60 образцов отложений (по 30 проб в каждый сезон исследования). Дополнительно было отобрано 4 пробы мелкофракционного щебня, который в зимний период используется в качестве посыпки тротуаров.

Для грязевых отложений проводилось определение гранулометрического состава [Вадюнина, 1986]. Сухим просеиванием отделялась фракция > 1 мм. Мокрым ситованием отделялись гранулометрические фракции 0,05–0,1 мм, 0,1–0,25 мм и 0,25–1 мм. Методом отмучивания с вакуумным фильтрованием через мембранные фильтры с разным размером пор отделялись фракции: 0,002–0,01 мм и 0,01–0,05 мм.

Для определения минерального состава был проведен рентгенофазовый (качественный и полуколичественный) анализ гранулометрических фракций. Как показали исследования, пробы являются

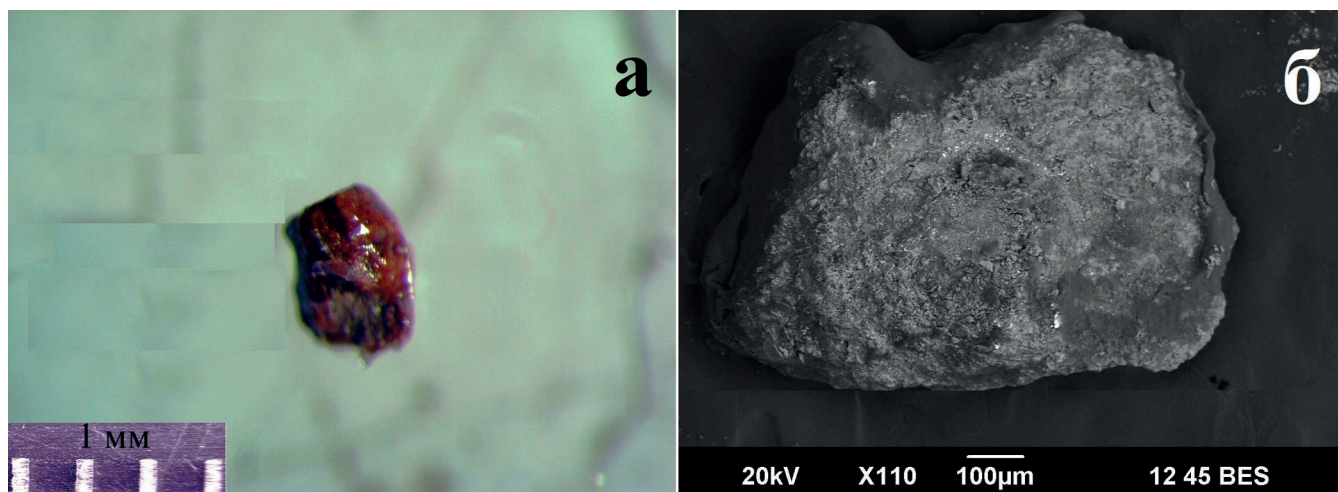


Рис. 1. Частица топливного шлака (а – фото с оптического микроскопа, 4х; б – фото с электронного микроскопа, x110)

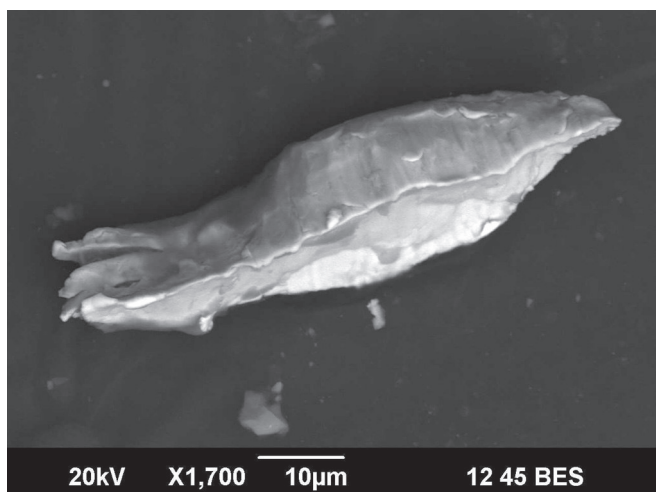


Рис. 2. Хлопья и/или расщепленные кристаллы (фото с электронного микроскопа, x1700)

многофазными и близкими по минеральному составу. Минеральный состав представлен следующими минералами: кварц, микроклин, плагиоклаз, магнетит, тальк, серпентин, слюды (мусковит, биотит), хлорит, кальцит и доломит. Различается соотношение минералов в пробах.

Мелкофракционный щебень представлен смесью амфибола, хлорита и магнетита.

С помощью термического анализа (методом ДТА) определялось содержание органического вещества и его тип.

Из гранулометрической фракции 0,25-1 мм с помощью методов визуальной диагностики выделялись техногенные образования [Суставов, 2007]. Частицы фотографировались с помощью оптического микроскопа AxioPlan 2 фирмы Carl Zeiss и бинокля МБС-10, оснащенных фотоаппаратом Olympus C-5060. Химический состав частиц и структура определялись с помощью сканирующего электронного микроскопа

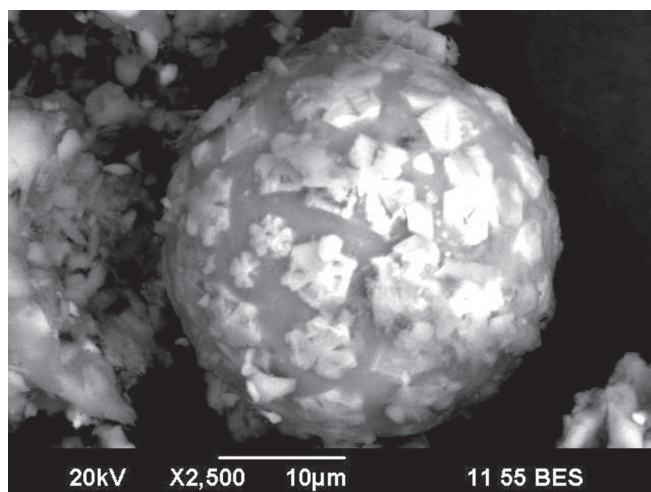


Рис. 3. Железистая сферула (фото с электронного микроскопа, x2500)

JSM-6390LV фирмы Japanese Electron Optics Laboratory с приставкой ЭДС INCA Energy 350 X-Max 50 фирмы Oxford INCAEnergy в центре коллективного пользования «Геоаналитик» на базе ИГГ УрО РАН.

В поверхностном грязевом осадке обнаружены частицы шлака – стекловидные образования, черного, темно-серого или коричневого цвета, разной степени окатанности (рис. 1). На рис. 2 показан другой тип частиц из грязевого осадка – хлопья и/или расщепленные кристаллы. Следующий тип частиц техногенного происхождения – частицы сферической формы разного цвета (рис. 3-5) стекловидной структуры. Сферулы характеризуются разным химическим составом. Размер сферул варьируется от нескольких микрометров до 1 см.

Сферулы рассеяны в рыхлом материале грязевого осадка. Химический состав сферул представлен в табл. 1. Сферулы могут быть разделены на три типа: железистые; силикатно-железистые и силикатные. Для

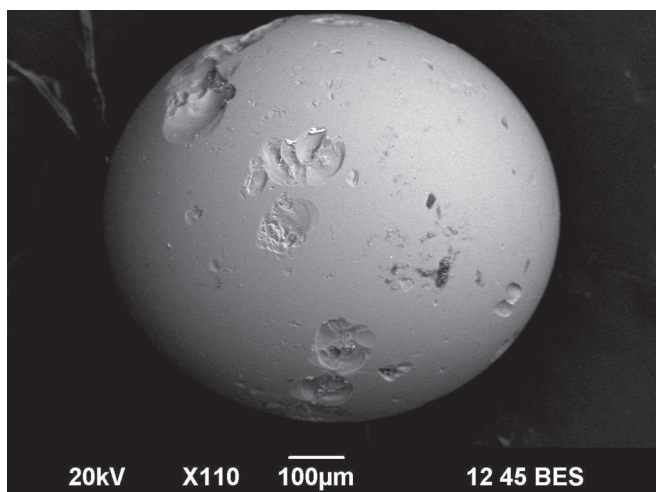


Рис. 4. Сферула с отдельными корродированными участками поверхности (фото с электронного микроскопа, x110)

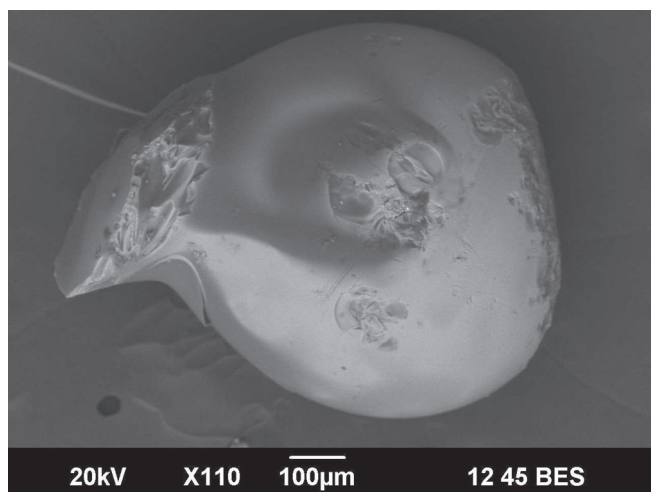


Рис. 5. Сферула неправильной формы с корродированными участками поверхности (фото с электронного микроскопа, x110)

Таблица 1. Химический состав сферул в грязевом осадке в г. Екатеринбург

Размер частицы (мкм)	O	Si	Al	Fe	Mg	Ca	Na	Ti	Cr	Mn
Силикатно-железистые										
880	38	15	4	24	9	9	0	0	1	0
490	39	18	3	19	8	11	0	0	2	0
1000	43	22	4	10	10	11	0	0	0	0
1000	43	20	6	8	8	12	2	1	0	0
630	42	18	7	7	10	14	2	0	0	0
850	42	20	6	6	7	19	0	0	0	0
Силикатные										
750	48	36	2	0	2	6	6	0	0	0
500	47	35	0	0	3	6	9	0	0	0
450	47	35	0	0	3	5	10	0	0	0
Железистые										
50	23	1	0,5	74	0	0,5	0	0	0	1
30	24	2	1	69	2	1	1	0	0	0
15	24	2	0	71	1	1	1	0	0	0
3	25	2	1	66	2	1	0	1	2	0

железистых сферул характерно высокое содержание Fe без примесей. У силикатно-железистых – низкое содержание Fe, примеси Ca, Al, Mg и Na. Для силикатных сферул характерно преобладание Si.

Железистые сферулы отличаются правильной шарообразной формой и небольшими размерами (<80 мкм). Они, в отличие от силикатных и силикатно-железистых не являются идеально гладкими (рис. 3).

Токсичных элементов (Pb, Zn, Cu, Ni, Co, As, Sb, Cd, Hg, Bi) в составе сферул не обнаружено.

Структура силикатных и силикатно-железистых сферул корродированна, на их поверхности видны каверны, углубления и трещины (рис. 4). Так же присутствуют гладкие сферулы. В геометрическом аспекте сферулы не являются идеальными шариками, чаще сплюснуты или имеют неправильную форму (рис. 5).

По результатам анализа минерального состава объемно-весовым методом было показано, что техногенные частицы в поверхностном грязевом осадке на территории г. Екатеринбурга могут составлять до 30% от объема пробы.

Результаты исследования минерального и элементного состава, происхождения техногенных минеральных образований позволяют определить и количественно охарактеризовать источники образования поверхностного грязевого осадка в г. Екатеринбурге, определить вклад металлов антропогенного происхождения в загрязнение отложений, почв и грунтов на территории города.

Присутствие техногенных частиц в современных антропогенных отложениях может быть в дальнейшем

использовано для изучения потоков миграции и выявления депо техногенного вещества и поллютантов. Химический состав и морфология техногенных образований позволяет охарактеризовать их генезис.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов № 16-35-60044 мол\_а\_дк и 16-35-00129 мол\_а.*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бакулина, Л. П. Шлиховое опробование и анализ шлиховых проб [Текст] : учеб. пособие / Л. П. Бакулина. – 2-е изд., перераб. – Ухта : УГТУ, 2014. – 126 с.: ил.
2. Вадюнина А. Ф. Методы исследования физических свойств почв. 3-е изд., перераб. и доп. / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
3. Селезнев А.А. Эколого-геохимическая оценка состояния урбанизированной среды на основе исследования отложений пониженных участков микрорельефа (на примере г. Екатеринбурга). [Текст]: дисс. ...канд. геол.-мин. наук: 25.00.36: защищена 26.03.2015: утв. 01.07.2015 / Селезнев Андриан Анатольевич. – Екатеринбург, 2015. – 141 с.
4. Сустанов С.Г. Морфология, физические свойства и определитель минералов по внешним признакам: Учебно-методическое пособие, Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007.-119 с.